

APPLICATION  
FOR  
UNITED STATES LETTERS PATENT

TITLE: ELECTRONIC CIRCUIT, ELECTRONIC DEVICE AND  
PERSONAL COMPUTER

APPLICANT: KAZUTAKA INUKAI

12.

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子回路及び電子機器

【技術分野】

【0001】

本発明は電子回路、特に電流データを増幅する電子回路の技術に関する。また前記電子回路をその一部に使用した集積回路（IC）或いはシステム回路、さらには前記IC或いはシステム回路を搭載した電子機器に関する。

【従来技術】

【0002】

高性能化・コンパクト化（小型化）・省電力化の進む電子機器においては、その内部に使用されるIC（集積回路）にも高性能化・小型化・高集積化の要求があり、それは強まる一方である。従来の一般的なバルクシリコン（シリコンウェファ）を用いたMOSFET（電界効果トランジスタ）ICでは、これまでも高性能化・小型化・高集積化が着実に進められてきたが、今後もこの傾向は続くと思われる。

【0003】

さらに、今後特に高性能化・小型化・高集積化すべきICとして、薄膜トランジスタ（TFT）によるICもある。

【0004】

近年小型表示装置分野から普及し始めた多結晶珪素（ポリシリコン）TFT使用のアクティブマトリクス型（AM型）液晶表示装置（LCD）は、画素部に画像信号を記憶できる点だけでなく、駆動回路等をパネル上に集積できる点が大きな利点の一つである。すなわち従来のPM型（パッシブマトリクス型）やアモルファスシリコンTFT使用のAM型では、駆動回路等は別個にチップ化されたICを使わざるを得なかったために、モジュールが大きく複雑となっていた。が、駆動回路等をパネル上に集積するポリシリコンTFT使用のAM型では、モジュールが大幅に縮小されるようになった。

【0005】

また駆動回路等をパネル上に集積できることは、表示装置画面の高精細化にも大きな役割を果たす。表示装置画面における最小可能画素ピッチは、駆動回路をパネル上に集積しない場合には、パネル上にある、外付けICとの接続端子の間隔に依存する。駆動回路をパネル上に集積すると、この依存関係から解放されるためである。

【0006】

現在ポリシリコンTFT使用のAM型LCDにおいてパネル上に集積される回路は、駆動回路を中心とする比較的簡単な回路にとどまっている。しかし今後パネル上に集積される回路を徐々に高性能化・小型化・高集積化して、パネルをさらに高度化・複雑化・多機能化させてゆくことは不可避である。

【0007】

パネル上に新たに集積されるべき回路は種々あるが、電流データを増幅する回路も、その一つの候補である。

【0008】

AM型LCD同様に、パネル上に集積される回路の高性能化・小型化・高集積化が必要なのが、AM型OLED（有機発光ダイオード）表示装置である。OLED表示装置は現在、PM型のみが実用化されているが、ポリシリコンTFT使用のAM型も実用化を目指し急速に開発が進められている。そして電圧駆動の液晶と異なりOLEDは電流駆動であることから、OLED表示装置においては画像信号を電流データとして扱う手法が主流となりつつある。その場合画像信号を処理する過程で、電流データ増幅回路の必要性は非常に高くなる。

【0009】

電流データを増幅する回路として最も一般的なものは、カレントミラー回路である。カレントミラー回路の例を図3に示す。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

カレントミラー回路を使用して、入力電流を増幅する場合の説明をする。ここでは入力電流を2倍に増幅する場合を例にとり、説明することにする。以下、トランジスタは理想的なMOSFETであるとし、チャンネルサイズは、長 $L$ 、幅 $W$ 、絶縁層膜厚 $d$ とする。

【0011】

トランジスタ312とトランジスタ313の $d$ は等しいとする。トランジスタ312の $W/L$ とトランジスタ313の $W/L$ との比は、1:2とする。

【0012】

電流データの入力時には、トランジスタ315と316を共にオン状態にして、320~321間に電流を流す。電流値が定常になったら、トランジスタ316をオフし、トランジスタ315もオフとする。トランジスタ313を飽和領域にて動作させれば、出力電流値は入力電流値の約2倍となる。

【0013】

もしトランジスタ312と313の電気的特性(しきい電圧値、電界効果移動度等)が揃っていれば、出力電流値は正確に入力電流値の2倍となる。すなわち、電流データの正確な増幅が行われる。しかしトランジスタ312と313の電気的特性にバラつきが存在すると、バラつき方に依存して増幅が不正確となってしまう。

【0014】

ポリシリコンTFTは一般に、結晶粒界における欠陥等に起因して、TFTの電気的特性にバラつきが生じやすい。図3の回路でも、トランジスタ312と313を隣接してレイアウトすることにより、僅かではあるが電気的特性のバラつきが生じにくくすることはできる。しかし電流値の正確性が要求される場合には、電流データ増幅回路として図3のようなカレントミラー回路を使用することは難しい。

【0015】

そこで本発明は、ポリシリコンTFTのように電気的特性にバラつきが大きいトランジスタを使用しても、出力電流値が正確となる電流データ増幅回路を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の電流データ増幅回路は、複数のトランジスタを備えた駆動用素子を有する電子回路であって、該複数のトランジスタに直列接続状態と並列接続状態とをとらせる手段を有し、入力された電流を増幅して出力することを特徴とする。あるいは本発明の電流データ増幅回路は、複数のトランジスタを備えた駆動用素子を有する電子回路であって、電流入力時には該複数のトランジスタは直列接続状態となり、電流出力時には該複数のトランジスタは並列接続状態となることを特徴とする。

【0017】

または本発明の電流データ増幅回路は、入力された電流を増幅して出力する電子回路であって、複数のトランジスタを備えた駆動用素子と、スイッチと、を有し、該複数のトランジスタの各ゲートは互いに接続されており、該複数のトランジスタの各々はソースまたはドレインのうち少なくとも一方が、該複数のトランジスタの他の一つのソースまたはドレインに接続されており、前記スイッチの切換えにより該複数のトランジスタが直列接続状態、並列接続状態のいずれにもなることを特徴とする。

#### 【0018】

もしくは本発明の電流データ増幅回路は、 $n$ 個のトランジスタと、第1及び第2のスイッチと、を有する電子回路であって、

前記 $n$ 個のトランジスタのゲートは、それぞれ電氣的に接続されており、前記 $n$ 個のトランジスタのソース及びドレインの一方は、それぞれ前記第1のスイッチに電氣的に接続されており、前記 $n$ 個のトランジスタのソース及びドレインの他方は、それぞれ前記第2のスイッチに電氣的に接続されており、

前記電子回路に電流が入力される時には、前記 $n$ 個のトランジスタ中の第 $k$ のトランジスタ( $k=2$ 以上 $n$ 未満)においては、第 $(k-1)$ のトランジスタから前記第 $k$ のトランジスタを通り第 $(k+1)$ のトランジスタへ電流が流れ、前記電子回路が電流を出力する時には、前記第 $k$ のトランジスタにおいては、前記第2のスイッチに接続されている側から前記第1のスイッチに接続されている側へ電流が流れることを特徴とする。

#### 【0019】

本発明の電流データ増幅回路は、絶縁基板上にポリシリコン膜等のTFTを用いて作成することができる。勿論、バルクシリコン(ウェファ)のトランジスタで作成することも可能である。本発明の電流データ増幅回路は、信号処理回路、制御回路やインターフェイス回路等の電子機器のシステム回路等のICに使用することができる。また本発明の電流データ増幅回路は、表示装置の駆動回路にも用いることができる。

#### 【0020】

なお本発明の電流データ増幅回路における、駆動用素子に備えられた複数のトランジスタは、構造上のパラメータ(チャンネル長 $L$ 、チャンネル幅 $W$ 、絶縁層膜厚 $d$ 等)及びチャンネル型については、等しくすることが必須とまではいえないが、特別な必要性がない限り等しくしておくのがよい。以下の例では、全て該パラメータ及びチャンネル型は等しいものとしておく。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明は電流データ増幅回路において、駆動用素子を複数のトランジスタにより構成する。その上で、データ電流を読込むときには該複数のトランジスタを直列接続状態にし、電流を出力するときには該複数のトランジスタを並列接続状態にする。このように、駆動用素子を構成する複数のトランジスタの接続状態を、直列または並列と適宜切替えることを特徴とする。その結果、次のような効果が生じる。

#### 【0022】

まず、同一電流データ増幅回路内の駆動用素子を構成する複数のトランジスタ間にさえバラつきがなければ、出力電流 $I_{out}$ がバラついてしまうという、重大な欠陥は回避することができる。すなわち、相異なる電流データ増幅回路に設置されるトランジスタの電氣的特性は、同サイズのトランジスタであっても、基板全体にわたって観察すると、かなりのバラつきをもつことがある。しかし基板上的の相異なる電流データ増幅回路に、このバラつきが出力電流 $I_{out}$ として反映されてしまうことは防止することができる。ただし、図3のようなカレントミラーを用いた場合においても、同一電流データ増幅回路内のカレントミラーのトランジスタさえバラつきがなければ、基板全体で出力電流 $I_{out}$ がバラつきの防止を防止することができる。この点で本発明は、図3のようなカレントミラーを用いた電流データ増幅回路の場合と同様の効果を有する。

#### 【0023】

しかし、図3のようなカレントミラーを用いた場合、同一電流データ増幅回路内のカレントミラーのトランジスタ間にバラつきが存在してしまうと、結局出力電流 $I_{out}$ が異なる電流データ増幅回路間でバラついてしまうのを防止することができなくなる。その点、本発明の場合では、同一電流データ

増幅回路内の駆動用素子を構成する複数のトランジスタ間にバラつきが存在しても、その影響は小さく抑制されるため、実用上問題となるほど電流データ増幅回路間で出力電流がバラついてしまうことは防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

(実施の形態1)

本発明の電流データ増幅回路の概略について図1、図2を用いて説明する。

まず図1について説明する。図1(A)は本発明の電流データ増幅回路の一例を示したものである。図1(B)は、図1(A)の駆動用素子を3つのトランジスタで表記し直したものである。

【0025】

図1(A)(B)の電流データ増幅回路は、駆動用素子15以外に、第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18を有する。図1の第1～第4の各スイッチは、○(白丸)または●(黒丸)の点が該スイッチの制御部であり、この制御部への信号により、他の複数の各点が一斉に導通もしくは開放となるものである。制御部○(白丸)はローアクティブ(ロー信号の時に導通)、制御部●(黒丸)はハイアクティブ(ハイ信号の時に導通)を示す。第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18が、駆動用素子に備えられた複数のトランジスタが並列接続状態と、直列接続状態とを、とらせる手段に相当する。

【0026】

図1(E)は、図1(A)の駆動用素子ばかりでなく各スイッチもトランジスタで表記した例である。勿論、各スイッチをこれ以外のトランジスタ構成で表記することも可能であり、これに限定される訳ではない。また第1スイッチ12や第2スイッチ13など、3個以上の点を同時に導通・開放するものは、任意の一部分を分離させて、他部分とは独立に制御するようにしてもよい。

【0027】

図1(A)(B)において、21は電流データ入力線、22は出力線、23は高電位電源線、24は第1制御線、25は第2制御線である。

【0028】

第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18は、電流データの入力時と出力時において次のように制御する。電流データの入力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオフ(開放)にし、第3スイッチ14と第4スイッチ18をオン(導通)にする。逆に電流データの出力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオン(導通)にし、第3スイッチ14と第4スイッチ18をオフ(開放)にする。その結果を示したのが図2(C)(D)である。図2(C)は電流データ入力時の電流経路を太線で示し、図2(D)は電流データ出力時の電流経路を太線で示している。図2(C)では駆動用素子の3つのトランジスタに直列状態で電流が流れ、図2(D)では該3つのトランジスタに並列状態で電流が流れる。

【0029】

図1の駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が等しい場合には、出力電流は入力電流の9倍の大きさとなる。一般に駆動用素子が $n$ 個の電気的特性が等しいトランジスタよりなる場合には、出力電流は入力電流の $n^2$ 倍の大きさとなる。

【0030】

ただし駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が多少のバラつきをもっていると、出力電流は入力電流の9倍の大きさから前記バラつきに対応して若干ズレを生じる。もっとも、このズレの大きさは図3のカレントミラー回路を使用した場合に比較すれば、小さなものとなる。従って本発明の電流データ増幅回路は、トランジスタの電気的特性に多少のバラつきが生じることが不可避免の場合に有効である。

#### 【0031】

なお図1の駆動用素子の3つのトランジスタについては、各々ソースとドレインは対称形であることが望ましい。トランジスタ15bは、電流データ入力時と出力時において、電流の向きが反転するためである。もっとも、本発明の電流データ増幅回路が、必ずしもソースとドレインが対称形であることを要求するわけではないのは勿論である。

#### 【0032】

(実施の形態2)

次に図2について説明する。図2(A)～(D)は、本発明の電流データ増幅回路の他の4例を示したものである。もっとも本発明の電流データ増幅回路は多くの変形があって全てを掲載することはできず、図2も代表的な例にすぎない。

#### 【0033】

図2の第1～第4の各スイッチについては、図1と同様である。○(白丸)または●(黒丸)の点が該スイッチの制御部であり、この制御部への信号により、他の複数の各点が一齐に導通もしくは開放となる。制御部○(白丸)はローアクティブ(ロー信号の時に導通)、制御部●(黒丸)はハイアクティブ(ハイ信号の時に導通)を示す。図2の各スイッチは図1(E)同様、トランジスタを用いて例示することが可能であるが、簡潔にするために省略する。

#### 【0034】

図2(A)は、駆動用素子をnチャネル型のトランジスタで構成し、電流の向きを図1の場合と反転させた一例である。同時に第3スイッチを14と19の2つに分けることで、動作ノイズの影響の軽減も図っている一例である。

#### 【0035】

図2(A)は駆動用素子を3つのトランジスタで構成している。図2(A)の電流データ増幅回路は、駆動用素子15以外に、第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、19、第4スイッチ18を有する。第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、19、第4スイッチ18が、駆動用素子に備えられた複数のトランジスタに並列接続状態と、直列接続状態とを、とらせる手段に相当する。

#### 【0036】

図2(A)において、21は電流データ入力線、22は出力線、23は低電位電源線、24は第1制御線、25、26は第2制御線である。

#### 【0037】

第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、19、第4スイッチ18は、電流データの入力時と出力時において次のように制御する。電流データの入力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオフにし、第3スイッチ14、19、第4スイッチ18をオンにする。逆に電流データの出力時には、第3スイッチ14、19、第4スイッチ18をにし、オフ第1スイッチ12と第2スイッチ13をオンにする。その結果、電流データ入力時には駆動用素子の3つのトランジスタ15a、15b、15cに直列状態で電流が流れ、電流データ出力時には駆動用素子の3つのトランジスタ15a、15b、15cに並列状態で電流が流れる。

#### 【0038】

また電流データの入力から出力に切替える時、第3スイッチ14、第4スイッチ18をオフにする前に、第3スイッチ19をオフにするとよい。これにより、動作ノイズの影響の軽減を図ることができる。

#### 【0039】

図2(A)の駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が等しい場合には、出力電流は入力電流の9倍の大きさとなる。一般に駆動用素子がn個の電気的特性が等しいトランジスタよりな

る場合には、出力電流は入力電流の $n^2$ 倍の大きさとなる。

【0040】

ただし駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が多少のバラつきをもっていると、出力電流は入力電流の9倍の大きさから前記バラつきに対応して若干ズレを生じる。もっとも、このズレの大きさは図3のカレントミラー回路を使用した場合に比較すれば、小さなものとなる。従って本発明の電流データ増幅回路は、トランジスタの電気的特性に多少のバラつきが生じることが不可避免の場合に有効である。

【0041】

なお図2(A)の駆動用素子の3つのトランジスタについては、各々ソースとドレインは対称形であることが望ましい。トランジスタ15bは、電流データ入力時と出力時において、電流の向きが反転するためである。もっとも、一般的に本発明の電流データ増幅回路が、ソースとドレインが対称形であることを要求するわけではないのは勿論である。

【0042】

図2(B)は、駆動用素子を2つのトランジスタで構成した一例である。同時に、第2スイッチ13を縮小するとともに制御線を一本化し、省面積化を図っている。また容量16の接続先をGNDにしている。

【0043】

図2(B)の電流データ増幅回路は、駆動用素子15以外に、第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14を有する。第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14が、駆動用素子に備えられた複数のトランジスタに、直列接続状態と、並列接続状態をとらせる手段に相当する。

【0044】

図2(B)において、21は電流データ入力線、22は出力線、23は高電位電源線、24は制御線である。

【0045】

第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14は、電流データの入力時と出力時において次のように制御する。電流データの入力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオフ（開放）にし、第3スイッチ14をオン（導通）にする。逆に電流データの出力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオン（導通）にし、第3スイッチ14をオフ（開放）にする。その結果、電流データ入力時には駆動用素子の2つのトランジスタ15a、15bに直列状態で電流が流れ、電流データ出力時には駆動用素子の2つのトランジスタ15a、15bに並列状態で電流が流れる。

【0046】

図2(B)では、容量16は、駆動用素子の2つのトランジスタのゲート電極とGNDとの間に設置されている。ただし23は常時定電位であるから、容量16は、駆動用素子の2つのトランジスタのゲートソース間の書込み時電圧を保持する機能は果たす。その点では結局、図1の例や図2の他の3例と変わるところはない。

【0047】

図2(B)の駆動用素子の2つのトランジスタが、各々電気的特性が等しい場合には、出力電流は入力電流の4倍の大きさとなる。一般に駆動用素子が $n$ 個の電気的特性が等しいトランジスタよりなる場合には、出力電流は入力電流の $n^2$ 倍の大きさとなる。

【0048】

ただし駆動用素子の2つのトランジスタが、各々電気的特性が多少のバラつきをもっていると、出力電流は入力電流の4倍の大きさから前記バラつきに対応して若干ズレを生じる。もっとも、このズレの大きさは図3のカレントミラー回路を使用した場合に比較すれば、小さなものとなる。従って本

発明の電流データ増幅回路は、トランジスタの電気的特性に多少のバラつきが生じることが不可避の場合に有効である。

【0049】

なお図2(B)の駆動用素子の2つのトランジスタについては、各々ソースとドレインは対称形であることが望ましい。トランジスタ15aは、電流データ入力時と出力時において、電流の向きが反転するためである。もっとも、一般的に本発明の電流データ増幅回路が、ソースとドレインが対称形であることを要求するわけではないのは勿論である。

【0050】

図2(C)は、駆動用素子のトランジスタの接続の仕方を図1の場合と変えた一例である。

【0051】

図2(C)は駆動用素子を3つのトランジスタで構成している。図2(C)の電流データ増幅回路は、駆動用素子15以外に、第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18を有する。第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18が、駆動用素子に備えられた複数のトランジスタに、並列接続状態と直列接続状態をとらせる手段に相当する。

【0052】

図2(C)において、21は電流データ入力線、22は出力線、23は高電位電源線、24は第1制御線、25は第2制御線である。

【0053】

第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18は、電流データの入力時と出力時において次のように制御する。電流データの入力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオフにし、第3スイッチ14、第4スイッチ18をオンにする。逆に電流データの出力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオンにし、第3スイッチ14、第4スイッチ18をオフにする。その結果、電流データ入力時には駆動用素子の3つのトランジスタ15a、15b、15cに直列状態で電流が流れ、電流データ出力時には駆動用素子の3つのトランジスタ15a、15b、15cに並列状態で電流が流れる。

【0054】

図2(C)の駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が等しい場合には、出力電流は入力電流の9倍の大きさとなる。一般に駆動用素子がn個の電気的特性が等しいトランジスタよりなる場合には、出力電流は入力電流の $n^2$ 倍の大きさとなる。

【0055】

ただし駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が多少のバラつきをもっていると、出力電流は入力電流の9倍の大きさから前記バラつきに対応して若干ズレを生じる。もっとも、このズレの大きさは図3のカレントミラー回路を使用した場合に比較すれば、小さなものとなる。従って本発明の電流データ増幅回路は、トランジスタの電気的特性に多少のバラつきが生じることが不可避の場合に有効である。

【0056】

なお図2(C)の駆動用素子の3つのトランジスタについては、電流データ入力時と出力時において、電流の向きが反転することがない。そこで図2(C)の回路は、図1の例と比較して、より高性能な電流データ増幅を期待できる。

【0057】

図2(D)は、駆動用素子をnチャネル型のトランジスタで構成し、電流の向きは図1の場合と同じという一例である。

【0058】

図2 (D) は駆動用素子を3つのトランジスタで構成している。図2 (A) の電流データ増幅回路は、駆動用素子15以外に、第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18を有する。第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18が、駆動用素子に備えられた複数のトランジスタに、並列接続状態と直列接続状態をとらせる手段に相当する。

【0059】

図2 (D) において、21は電流データ入力線、22は出力線、23は高電位電源線、24は第1制御線、25、26は第2制御線である。

【0060】

第1スイッチ12、第2スイッチ13、第3スイッチ14、第4スイッチ18は、電流データの入力時と出力時において次のように制御する。電流データの入力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオフにし、第3スイッチ14、第4スイッチ18をオンにする。逆に電流データの出力時には、第1スイッチ12と第2スイッチ13をオンにし、第3スイッチ14、第4スイッチ18をオフにする。その結果、電流データ入力時には駆動用素子の3つのトランジスタ15a、15b、15cに直列状態で電流が流れ、電流データ出力時には駆動用素子の3つのトランジスタ15a、15b、15cに並列状態で電流が流れる。

【0061】

図2 (D) の駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が等しい場合には、出力電流は入力電流の9倍の大きさとなる。一般に駆動用素子がn個の電気的特性が等しいトランジスタよりなる場合には、出力電流は入力電流の $n^2$ 倍の大きさとなる。

【0062】

ただし駆動用素子の3つのトランジスタが、各々電気的特性が多少のバラつきをもっていると、出力電流は入力電流の9倍の大きさから前記バラつきに対応して若干ズレを生じる。もっとも、このズレの大きさは図3のカレントミラー回路を使用した場合に比較すれば、小さなものとなる。従って本発明の電流データ増幅回路は、トランジスタの電気的特性に多少のバラつきが生じることが不可避免の場合に有効である。

【0063】

なお図2 (D) の駆動用素子の3つのトランジスタについては、各々ソースとドレインは対称形であることが望ましい。トランジスタ15bは、電流データ入力時と出力時において、電流の向きが反転するためである。もっとも、一般的に本発明の電流データ増幅回路が、ソースとドレインが対称形であることを要求するわけではないのは勿論である。

【0064】

以上図2 (A) ~ (D) では、駆動用素子を2或いは3個のトランジスタで構成する場合で、本発明の電流データ増幅回路の代表的な例を示した。ただし当然ながら、本発明の電流データ増幅回路は、駆動用素子を4個以上のトランジスタで構成してもよい。

【0065】

また制御線の本数は何本でもよいし、どのスイッチの制御線を共通化してもよい。例えば図2 (C) では、第1スイッチ12と第4スイッチ18を第1制御線24で制御し、第2スイッチ13と第3スイッチ14を第2制御線25で制御している。しかし、第1スイッチ12と第3スイッチ14を第1制御線24で制御し、第2スイッチ13と第4スイッチ18を第2制御線25で制御してもよい。さらに、新たに第3スイッチ14の制御用に第3制御線を、第4スイッチ18の制御用に第4制御線を設けて、各スイッチを独立に制御してもよい。反対に、第1スイッチ12~第4スイッチ18を第1制御線24一本で制御するようにしてもよい。(もっとも、適宜いくつかのスイッチの極性を反転させる等、調節は必要である。)

#### 【0066】

さらに図1、図2(A)～(D)の各要素を、種々組合わせて利用することも可能である。例えば、図2(B)のように駆動用素子を2個のトランジスタで構成する場合で、図2(D)のようにnチャネルトランジスタを用いてもよい。あるいは、駆動用素子のトランジスタを図2(C)のような接続構成にしつつ、図2(A)のように電流の向きを反転させるようにしてもよい。他の要素の組合わせについても同様である。駆動用素子を4個以上のトランジスタで構成する場合でも、同様である。

#### 【0067】

本発明の電流データ増幅回路は、別にトランジスタやその他の素子、回路を付加して利用してもよい。

#### 【0068】

(実施の形態3)

以下では図4のトランジスタの特性曲線を用いて、本発明の電流データ増幅回路の動作と効果について説明する。効果を端的に捉えられるように、図4(A)ではキャリア移動度のバラつきが大きい例を挙げ、図4(B)ではしきい電圧値のバラつきが大きい例を挙げている。

#### 【0069】

説明を簡単にするため、駆動用素子を構成するトランジスタに個数が、2個の場合を例に説明する。具体的な電流データ増幅回路の構成は、図2(B)のとおりであるとする。ただし図4では便宜上、正負の向きをnチャネル型基準で設定してある。(トランジスタがpチャネル型のときは、正負が入替わる点に注意。)また図4のトランジスタの特性曲線は、簡単にするため理想的なものとしてあり、実際のトランジスタとは若干の差異がある。例えば、図4ではチャネル長変調はゼロとしてある。

#### 【0070】

トランジスタのソース電位を基準として、ゲート電位を $V_g$ 、ドレイン電位を $V_d$ 、ソースドレイン間に流れる電流を $I_d$ とする。図4(A)(B)において、曲線803～806等は、ある一定のゲート電位 $V_g$ 下における $I_d$ - $V_d$ 特性曲線である。太い実線801は、駆動用素子を構成する2個のトランジスタの一方について、ゲートとドレインを短絡することにより $V_g$ と $V_d$ とを等しくした条件下での、 $I_d$ - $V_d$ 変化を示したものである。すなわち、太い実線801には、該トランジスタ固有の電気的特性(電界効果移動度、しきい電圧値)が反映されている。同様に、太い波線802は、駆動用素子を構成する他の一方のトランジスタについて、ゲートとドレインを短絡することにより $V_g$ と $V_d$ とを等しくした条件下での、 $I_d$ - $V_d$ 変化を示したものである。

#### 【0071】

図4(A)(B)は、駆動用素子を構成する2個のトランジスタが各々異なった電気的特性をもっている場合に、本発明の構成である「直列並列切替」により、出力電流がどうなるかを調べたものである。図4(A)は該2個のトランジスタ間において、特に電界効果移動度の違いが大きい場合の例である。よって太い実線801と太い波線802とは曲率の差が大きくなっている。図4(B)は該2個のトランジスタ間において、特にしきい電圧値の違いが大きい場合の例である。よって太い実線801と太い波線802は起点位置( $I_d=0$ での点)の差が大きくなっている。結論としては、各場合で出力電流は、807の三角矢印の長さで示されるとおりとなる。これについて、以下に簡単に説明する。

#### 【0072】

まず図4(A)の場合を説明する。その中でも最初に、トランジスタ15a、15bの特性曲線として、いずれも等しく、太い実線801が対応する場合を考える。

#### 【0073】

データ電流書込み時には、図2(B)の第1スイッチ12～第2スイッチ13がオフとなり、第3スイッチ14がオンとなる。第3スイッチ14がオンとなることから、駆動用素子を構成するラン

ジスタ15aでは、ゲートとドレインが短絡される。よってトランジスタ15aの動作点は、太い実線801上の点であり、入力データ電流値 $I_{in}$ により決まる一点である。いま、該動作点を実線803と太い実線801の交点としておく。

【0074】

一方トランジスタ15bは、データ電流書込み時では非飽和領域動作である。トランジスタ15bのドレイン電圧 $V_d$ は、トランジスタ15bのゲート電圧 $V_g$ からトランジスタ15aのドレイン電圧 $V_d$ を差引いたものに等しいので、トランジスタ15bの動作点が実線805上のデータ電流値 $I_{in}$ により決まる点であるとすれば、横方向の2つの矢印実線の長さは等しい。

【0075】

電流出力時には、図2(B)の第1スイッチ12～第2スイッチ13がオンとなり、第3スイッチ14がオフとなる。第3スイッチ14がオフとなることから、トランジスタ15a、15bのゲート電位は、データ電流書込み時のままで保持される。その結果データ電流出力時には、トランジスタ15a、15bは共にゲート電圧 $V_g$ が、データ電流書込み時におけるトランジスタ15a、15bの各ドレイン電圧 $V_d$ の和となる。そして電流出力時には、トランジスタ15a、15bは飽和領域で動作する。従ってトランジスタ15a、15b共に、動作点は実線805と太い実線801の交点となる。すなわちトランジスタ15a、15bは各々、807の三角矢印実線の長さ分の電流を流す。そしてトランジスタ15aと15bは並列接続状態であるから、出力電流 $I_{out}$ は807の三角矢印実線の長さの2倍分の大きさとなる。

【0076】

続いて図4(A)の場合で、トランジスタ15aの特性曲線として太い実線801が対応し、15bの特性曲線として太い波線802が対応する場合を考える。

【0000】

データ電流書込み時には、図2(B)の第1スイッチ12～第2スイッチ13がオフとなり、第3スイッチ14がオンとなる。第3スイッチ14がオンとなることから、駆動用素子を構成するトランジスタ15aでは、ゲートとドレインが短絡される。よってトランジスタ15aの動作点は、太い実線801上の点であり、入力データ電流値 $I_{in}$ により決まる一点である。いま、該動作点を実線803と太い実線801の交点としておく。

【0077】

一方トランジスタ15bは、データ電流書込み時では非飽和領域動作である。トランジスタ15bのドレイン電圧 $V_d$ は、トランジスタ15bのゲート電圧 $V_g$ からトランジスタ15aのドレイン電圧 $V_d$ を差引いたものに等しいので、トランジスタ15bの動作点が実線806上の入力データ電流値 $I_{in}$ により決まる点であるとすれば、横方向の2つの矢印二点鎖線の長さは等しい。

【0078】

電流出力時には、図2(B)の第1スイッチ12～第2スイッチ13がオンとなり、第3スイッチ14がオフとなる。第3スイッチ14がオフとなることから、トランジスタ15a、15bのゲート電位は、データ電流書込み時のままで保持される。その結果データ電流出力時には、トランジスタ15a、15bは共にゲート電圧 $V_g$ が、データ電流書込み時におけるトランジスタ15a、15bの各ドレイン電圧 $V_d$ の和となる。そして電流出力時には、トランジスタ15a、15bは飽和領域で動作する。従ってトランジスタ15bの動作点は二点鎖線806と太い波線802の交点となり、トランジスタ15aの動作点は他方の二点鎖線と太い実線801の交点となる。そしてトランジスタ15aと15bは並列接続状態であるから結局、出力電流 $I_{out}$ は807の三角矢印二点鎖線の長さの2倍分の大きさとなる。

【0079】

同様に図4(A)の場合で、トランジスタ15a、15bの特性曲線として、共に太い波線802

が対応する場合には、出力電流  $I_{out}$  は 807 の三角矢印破線の長さの 2 倍分の大きさとなる。図 4 (A) の場合で、トランジスタ 15 a の特性曲線として太い波線 802 が対応し、15 b の特性曲線として太い実線 801 が対応する場合には、出力電流  $I_{out}$  は 807 の三角矢印一点鎖線の長さの 2 倍分の大きさとなる。

#### 【0080】

以上、本発明の実施例である図 2 (B) の電流データ増幅回路について、図 4 (A) の場合での出力電流  $I_{out}$  の大きさを述べた。出力電流  $I_{out}$  は 807 の各矢印の長さに相当する程度のバラつきがある。

#### 【0081】

このバラつきと比較するため、図 3 の電流データ増幅回路における出力電流  $I_{out}$  のバラつきについて 808 に示す。図 4 (A) の 808 は図 3 のカレントミラーのトランジスタ 512 または 513 ~ 514 の電気的特性が、図 4 (A) の太い実線 801 または太い波線 802 とした場合の出力電流  $I_{out}$  である。

#### 【0082】

図 4 (A) の 807 と 808 の各矢印の長さを比較すると、807 の方がバラつきは明らかに小さくなっていることが判る。よって本発明の実施例である図 2 (B) の電流データ増幅回路は、図 3 の電流データ増幅回路よりも出力電流  $I_{out}$  のバラつきは小さい。

#### 【0083】

次に図 4 (B) の場合を説明する。図 4 (B) も図 4 (A) の場合と全く同様に扱うことができる。本発明の実施例である図 2 (B) の電流データ増幅回路における、トランジスタ 15 a、15 b の特性曲線として、共に太い実線 801 が対応する場合には、出力電流  $I_{out}$  は 807 の三角矢印実線の長さの 2 倍分の大きさとなる。トランジスタ 15 a の特性曲線として太い実線 801 が対応し、15 b の特性曲線として太い波線 802 が対応する場合には、出力電流  $I_{out}$  は 807 の三角矢印二点鎖線の長さの 2 倍分の大きさとなる。トランジスタ 15 a、15 b の特性曲線として、共に太い波線 802 が対応する場合には、出力電流  $I_{out}$  は 807 の三角矢印破線の長さの 2 倍分の大きさとなる。トランジスタ 15 a の特性曲線として太い波線 802 が対応し、15 b の特性曲線として太い実線 801 が対応する場合には、出力電流  $I_{out}$  は 807 の三角矢印一点鎖線の長さの 2 倍分の大きさとなる。

#### 【0084】

よって図 4 (B) の場合、本発明の実施例である図 2 (B) の電流データ増幅回路の出力電流  $I_{out}$  の大きさは、807 の各矢印の長さに相当する程度のバラつきがある。

#### 【0085】

他方図 3 の電流データ増幅回路における出力電流  $I_{out}$  のバラつきについては、808 の各矢印の長さで示される。図 4 (B) の 808 は図 3 のカレントミラーのトランジスタ 512 または 513 ~ 514 の電気的特性が、図 4 (B) の太い実線 801 または太い波線 802 とした場合の出力電流  $I_{out}$  である。

#### 【0086】

図 4 (B) の 807 と 808 の各矢印の長さを比較すると、やはり 807 の方がバラつきは小さくなっていることが判る。よって本発明の実施例である図 2 (B) の電流データ増幅回路は、図 3 の電流データ増幅回路よりも出力電流  $I_{out}$  のバラつきは小さい。

#### 【0087】

この実施の形態 3 では、駆動用素子を構成するトランジスタの個数  $n$  が 2 の場合を例に、本発明の効果を説明した。同様の事情は、駆動用素子を構成するトランジスタの個数  $n$  が 3 以上の場合においても成立する。ただし駆動用素子を構成するトランジスタの個数  $n$  が大きくなるほど、TFT 特性バラつきが及ぼす影響の低減効果は弱くなる傾向がある。もっとも、 $n$  が大きくなるほど電流の増幅

比率は大きくすることができるので、用途によりnの最適値は異なることになる。

#### 【0088】

また、実施の形態3では、トランジスタ特性を理想的なものとみなしているほか、寄生抵抗や直列に接続したトランジスタのオン抵抗等も無視しているが、実際には多少これらの影響が現れる。しかし勿論、本発明の電流データ増幅回路が、出力電流バラつき抑制に有効であることに変わりはない。

#### 【0089】

(実施の形態4)

実施の形態4では、本発明の電流データ増幅回路を利用した電子機器等をいくつか例示する。

#### 【0090】

本発明の電流データ増幅回路を搭載した電子機器として、モニター、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（オーディオコンポ、カーオーディオ等）、ノート型のパーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDigital Versatile Disc(DVD)等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それら電子機器の具体例を図5に示す。

#### 【0091】

図5(A)はモニターである。この例は筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2003やスピーカー部2004を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。なおモニターには、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などのすべての情報表示装置が含まれる。

#### 【0092】

図5(B)はデジタルスチルカメラである。この例は本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2102や受像部2103を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。

#### 【0093】

図5(C)はノート型のパーソナルコンピュータである。この例は本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2203を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。

#### 【0094】

図5(D)はモバイルコンピュータである。この例は本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2302を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。

#### 【0095】

図5(E)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）である。この例は本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体（DVD等）読

込み部2405、操作キー2406、スピーカー部2407等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は、表示部A2403、表示部B2404を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

#### 【0096】

図5（F）はゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）である。この例は本体2501、表示部2502、アーム部2503等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2502を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。

#### 【0097】

図5（G）はビデオカメラである。この例は本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609、対眼部2610等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2602を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。

#### 【0098】

図5（H）は携帯電話である。この例は本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含んでいる。本発明の電流データ増幅回路は表示部2703を制御するIC（集積回路）、ビデオ信号を処理するIC、あるいはシステム回路等に用いることができる。特に本発明の電流データ増幅回路をポリシリコンTFTで作成すれば、表示部2003の基板上に直に形成して用いることもできる。

#### 【0099】

本発明の適用範囲は極めて広く、上記の例に限らず、あらゆる分野の電子機器等に使用することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0100】

- 【図1】 本発明の電流データ増幅回路の例を示す図。
- 【図2】 本発明の電流データ増幅回路の例を示す図。
- 【図3】 電流データ増幅回路の例を示す図。
- 【図4】 駆動用素子を構成するトランジスタの特性を示す図。
- 【図5】 本発明の電流データ増幅回路を利用した電子機器の例を示す図。

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のトランジスタを備えた駆動用素子を有する電子回路であって、  
電流入力時には該複数のトランジスタは直列接続状態となり、電流出力時には該複数のトランジスタは並列接続状態となることを特徴とする電子回路。

【請求項2】

複数のトランジスタを備えた駆動用素子を有する電子回路であって、  
該複数のトランジスタに、直列接続状態と、並列接続状態とをとらせる手段を有し、  
入力された電流を増幅して出力することを特徴とする電子回路。

【請求項3】

入力された電流を増幅して出力する電子回路であって、  
複数のトランジスタを備えた駆動用素子とスイッチと、を有し、  
該複数のトランジスタの各ゲートは、互いに接続されており、  
該複数のトランジスタの各々は、ソースまたはドレインのうち少なくとも一方が、該複数のトランジスタの他の一つのソースまたはドレインに接続されており、  
前記スイッチの切換えにより、該複数のトランジスタが直列接続状態、並列接続状態のいずれにもなることを特徴とする電子回路。

【請求項4】

$n$ 個のトランジスタと、第1及び第2のスイッチと、  
を有する電子回路であって、  
前記 $n$ 個のトランジスタのゲートは、それぞれ、電気的に接続されており、  
前記 $n$ 個のトランジスタのソースおよびドレインの一方は、それぞれ、前記第1のスイッチに電気的に接続されており、  
前記 $n$ 個のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、それぞれ、前記第2のスイッチに電気的に接続されており、  
前記電子回路に電流が入力される時には、前記 $n$ 個のトランジスタ中の第 $k$ のトランジスタ( $k=2$ 以上 $n$ 未満)においては、前記第 $(k-1)$ のトランジスタから前記第 $k$ のトランジスタを通り前記第 $(k+1)$ のトランジスタへ電流が流れ、  
前記電子回路が電流を出力する時には、前記第 $k$ のトランジスタにおいては、前記第2のスイッチに接続されている側から前記第1のスイッチに接続されている側へ電流が流れることを特徴とする電子回路。

【請求項5】

前記複数のトランジスタが、全て $p$ チャネル型又は全て $n$ チャネル型であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電子回路。

【請求項6】

前記複数のトランジスタの、チャネル長、チャネル幅、絶縁層膜厚が全て等しいことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電子回路。

【請求項7】

前記複数のトランジスタが、TFTであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電子回路。

【請求項8】

請求項1乃至4のいずれか一項に記載の前記電子回路を使用していることを特徴とする集積回路。

【請求項9】

請求項1乃至4のいずれか一項に記載の前記電子回路を使用しており、  
ガラス基板上に作製されていることを特徴とするシステム回路。

【請求項10】

請求項1乃至4のいずれか一項に記載の前記電子回路を使用していることを特徴とする電子機器。

【請求項11】

請求項10において、

前記電子機器は、モニター、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、オーディオコンポ、カーオーディオ、パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機、電子書籍、記録媒体を備えた画像再生装置のグループから選ばれたことを特徴とする電子機器。

【請求項12】

本体と、筐体と、外部接続ポートと、駆動用素子を有する電子回路を含む表示装置を有するパーソナルコンピュータであって、

前記駆動用素子は複数のトランジスタを有し、

電流入力時には該複数のトランジスタは直列接続状態となり、電流出力時には該複数のトランジスタは並列接続状態となることを特徴とするパーソナルコンピュータ。

【請求項13】

本体と、筐体と、外部接続ポートと、駆動用素子を有する電子回路を含む表示装置を有するパーソナルコンピュータであって、

前記電子回路は、複数のトランジスタを備えた駆動用素子と、スイッチとを有し、前記電子回路は、入力された電流を増幅して出力し、

該複数のトランジスタの各ゲートは、互いに接続されており、

該複数のトランジスタの各々は、ソースまたはドレインのうち少なくとも一方が、該複数のトランジスタの他の一つのソースまたはドレインに接続されており、

前記スイッチの切換えにより、該複数のトランジスタが直列接続状態、並列接続状態のいずれにもなることを特徴とするパーソナルコンピュータ。

【請求項14】

請求項12または請求項13において、

前記パーソナルコンピュータは表示部を含むことを特徴とするパーソナルコンピュータ。

【請求項15】

請求項12または請求項13において、

前記電子回路は表示部に含まれることを特徴とするパーソナルコンピュータ。

【請求項16】

請求項12または請求項13において、

前記パーソナルコンピュータはキーボードとポインティングマウスを含むことを特徴とするパーソナルコンピュータ。

**【書類名】 要約書**

**【要約】**

**【課題】** 電气的特性のバラつきが大きいトランジスタを使用しても、出力電流値が正確となるような、電流データ増幅回路を提供する。

**【解決手段】** 駆動用素子たる複数のトランジスタを、電流入力時には直列接続状態とし、電流出力時には並列接続状態として、利用することを特徴とする。これにより、駆動用素子たる複数のトランジスタにバラつきがあっても、出力電流値に該バラつきが反映されてしまうのを大幅に抑制する。